



DEL EVENTO SONORO AL FENÓMENO FÍSICO: UN ESTUDIO SOBRE LAS IDEAS QUE LOS ESTUDIANTES MANTIENEN SOBRE EL SONIDOO

From the sound event to the Physical Phenomenon: a study on the ideas that students keep about sound

Lina Viviana Melo Niño¹
Florentina Cañada Cañada²
Ramiro Sánchez Baltasar³

Para citar este artículo: Melo, L.V., Cañada, F. y Sánchez, R. (2015). Del evento sonoro al fenómeno físico: un estudio sobre las ideas que los estudiantes mantienen sobre el sonido. **Góndola, Enseñ Aprendiz Cienc**, 10(1), 102-115. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2015.1.a06

Recibido: 04 de mayo de 2013 / Aceptado: 27 junio de 2015

Resumen

En el ámbito educativo se asume que las experiencias que a diario tenemos con el campo sonoro nos deben permitir comprender aquello a lo que hemos nominado como sonido, bien sea en términos ondulatorios o vibratorios. Sin embargo, esta postura para los primeros cursos de física en secundaria nos aleja continuamente del hecho sensible del oír, particularmente porque el modelo propuesto no se ubica fácilmente en un contexto que permita explicar los aconteceres que involucran lo sonoro. El trabajo que describimos a continuación rastrea las ideas y conceptos que un grupo de 30 estudiantes de secundaria en Colombia, tienen sobre el sonido y las relaciones que establecen después de su explicación. Los resultados más significativos muestran que los estudiantes hablan del oír desde la distancia de propagación, las características del medio y la impenetrabilidad del sonido.

Palabras claves: enseñanza de las ciencias, sonido secundaria.

1. Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, profesor investigador Grupo DEPROFE, Universidad de Extremadura, Badajoz, España. Contacto: lvmelo@unex.es
2. Doctora en Ciencias Químicas, profesora Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas Grupo DEPROFE, Universidad de Extremadura, Badajoz, España. Contacto: flori@unex.es
3. Magíster en Investigación en Ciencias, CICYTEX, Badajoz, España. Contacto: ramiro.sanchez@gobex.es

Abstract

In the educational field, it is assumed that daily experiences with sound should allow us to understand what we have nominated as sound, either in wave terms or vibratory terms. However, this belief in the initial courses of physics in high school, usually is far from the reality, it is not related to the sensitive fact of hearing, and the proposed model is not easily located in a context that allows explaining events involving the sonorous, it is addressed just from theory. In this work, we describe ideas and concepts that a group of 30 high school students in Colombia has about the sound and the relationships they establish after their explanation. The most significant results show that students talk about hearing from the distance of propagation, medium characteristics, and the sound impenetrability.

Keywords: science teaching, sound, middle school.

Introducción

Se ha descrito ampliamente cómo los estudiantes desarrollan ideas sobre los fenómenos naturales antes de que les sean enseñados en las clases de ciencias y cómo deben ser integradas dentro de cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje. Durante estas últimas décadas, se ha insistido en la importancia de que el profesor conozca este tipo de ideas, no solo las que acontecen en sus aulas sino las reportadas por otros; y así, las considere en sus planificaciones y en su hacer si se quiere propiciar un aprendizaje eficaz.

El siguiente trabajo describe una experiencia llevada a cabo con el fin de determinar las ideas que tienen un grupo de estudiantes de secundaria sobre la naturaleza del sonido y su propagación, como punto de partida en la búsqueda de alternativas en la enseñanza del sonido en este nivel, en la cual hemos asumido que las representaciones en términos de lo ondulatorio y lo vibratorio son suficientes para dar cuenta del oír.

En primer lugar, se presenta una reflexión sobre algunas propiedades que se le han asignado a lo que oímos para ser descrito en términos vibratorios, y su importancia al considerarse cualquier propuesta

de enseñanza, seguida de una revisión sobre las concepciones que los estudiantes tienen sobre el sonido reportado en la literatura. A continuación se explica el estudio desarrollado y por último se describen los resultados y sus implicaciones.

Una aproximación epistemológica sobre el sonido

A diferencia de otros fenómenos físicos como el térmico o el eléctrico, el fenómeno sonoro es el que más sensores involucra: la vista, el tacto y el oído. Sin embargo cada sensor nos reporta distintas categorizaciones del mismo fenómeno. Por ejemplo, desde la vista y el tacto se distingue el movimiento de los cuerpos que emiten el sonido, desde el oído sus cualidades y armonía.

En el trabajo de Helmholtz (1885) *On the Sensations of Tone*, las caracterizaciones sobre el sonido se realizan en función del oído. Su trabajo se centra en examinar la cantidad de clases de sensaciones que se pueden generar en el oído, teniendo en cuenta las diferencias en el medio externo y la naturaleza del estímulo o sonido.

Las clases de sensaciones que distingue Helmholtz son dos en particular y las mezclas posibles

entre ellas, una es el ruido y la otra los timbres musicales, estando estas dos en extremos bien diferenciados. Cuando percibimos un ruido, este se encuentra acompañado por una alteración rápida de diferentes clases de sensaciones de sonido. En todos los casos se tiene un cambio de sensación inesperado.

Cuando percibimos un timbre, se mantiene un sonido uniforme sin alteración ninguna en tanto dura. Este estímulo en particular puede considerarse por tanto regular (periódico), mientras que un ruido pierde sensiblemente su regularidad. La clave de la descripción del sonido son los llamados timbres y su regularidad en la percepción.

Rayleigh (1894) menciona que las exploraciones sobre el sonido recaen en los principios mecánicos. Sin embargo, resalta que la sensación del oír no puede conformarse a ello. Su descripción privilegia la vista y define la regularidad de la que habla Helmholtz, de los sonidos por vibraciones periódicas, tal como se nos describe hoy en día. Por tanto el sonido es caracterizado mediante estados de vibración tanto del medio como de la fuente sonora. Estados que hacen parte de la organización ya configurada sobre el movimiento, pero con una cualidad muy particular asignable, su periodicidad frente al tiempo y al cambio de posición.

La segunda cualidad asignable al oído viene desde la preocupación del porqué ciertos sonidos son agradables o no al oído. Para distinguir sonidos, Helmholtz asigna tres elementos, la fuerza (intensidad), el tono y la cualidad (timbre). A diferencia de la periodicidad, las gradaciones de tono no son como los grados de la escala termométrica que no tienen una relación mutua especial.

La solución del problema del tono en términos de vibraciones se pueden rastrear en el trabajo de Galileo sobre el isocronismo de péndulos simples y la dependencia de la frecuencia de vibración y la longitud de la cuerda en suspensión, en el apartado

donde describe el fenómeno de resonancia. Galileo cita una experiencia donde dispone una lámina de latón con un cincel de hierro. Al tocarse un tono, el cincel cortaba la lámina en un número finito de líneas y dependiendo de la variación del tono, las líneas eran más cercanas o lejanas.

Galileo encuentra que si el intervalo tonal de dos cuerdas era de un quinto, por ejemplo Do y Sol en la escala musical, el número de líneas producido durante el mismo intervalo temporal era 3:2. Esta relación ya era conocida por los trabajos adelantados por Pitágoras en cuanto a la proporción de dos números pequeños de la longitud de las cuerdas, en este caso 2 a 3, y la audición de sonidos agradables.

Este hecho nos lleva a decir que dos cuerdas semejantes con longitudes en la proporción de 2 a 3 tendrán frecuencias fundamentales en la proporción de 3 a 2, hoy suele decirse que el segundo armónico más bajo de la cuerda más corta tendrá igual frecuencia que el tercer armónico de la cuerda más larga (Feynman, 1998). En resumen, las dos características fundamentales descritas desde el oír han sido la periodicidad-regularidad y la distinguibilidad del sonido y el acercamiento fundamental desde lo vibratorio. La descripción del sonido como onda viene posterior a esta primera interpretación.

Panorama general de la enseñanza del sonido

Los trabajos relacionados con la enseñanza del sonido están dirigidos a dos tipos de poblaciones, la primera de ellas se centra en formas de acercamiento para estudiantes de áreas distintas a la física e ingeniería, como elemento de apoyo en la comprensión de su campo de estudio. Ya que estos estudiantes no tienen un alto nivel de matemáticas y las representaciones que se tienen sobre el sonido usualmente en los textos de física requieren el manejo de ecuaciones diferenciales, se busca en estas propuestas mecanismos que acerquen a los

estudiantes de música al modelo diferencial presente para el sonido como onda, desde el cual el tono, timbre, intensidad, los armónicos y la armonía entre otros elementos pueden ser explicados. Los mismos requerimientos y exigencias son impuestos para los estudiantes de secundaria y bachillerato.

El segundo tipo de población se localiza en estudiantes universitarios que cursan ingeniería o física. La intención en las propuestas consultadas es encontrar formas de generar conocimiento significativo frente al tópico de ondas mecánicas. Se busca que los estudiantes describan qué es una onda y una onda de sonido. En ambos casos se buscan estrategias que permitan visualizar los fenómenos estudiados, bien sea a través de animación, programas de análisis de sonido o el tradicional osciloscopio. Las propuestas de enseñanza consideran que para comprender lo sonoro es necesario establecer la diferencia existente entre onda, emisor y receptor, eliminar la concepción sesgada de las ondas que se limita solo a las transversales y mecánicas y clarificar las magnitudes características de las ondas como frecuencia, amplitud, longitud de onda y energía (Hrepic *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2012, 2014; Perales, 1997; Saura y De Pro, 1999;).

Metodología

La experiencia se llevó a cabo en una institución educativa en la ciudad de Bogotá D.C., con 30 estudiantes de edades entre los doce y catorce años. Se dispuso de cuatro sesiones de 45 minutos para su implementación. La experiencia se dividió en tres momentos titulados: *las voces de las voces*; *nuevas relaciones, nuevas experiencias*; y *encuentro con las ideas*, en los cuales no había ninguna idea impuesta a desarrollar sobre sonido. Todos los momentos se desarrollaron en grupos de tres estudiantes.

Durante el primer momento, *las voces de las voces*, se propuso a los estudiantes dar solución a algunas preguntas referente a las relaciones establecidas con el sonido a través de la discusión del

funcionamiento del teléfono y del megáfono. En el segundo momento, *nuevas relaciones, nuevas experiencias*, los estudiantes por grupos elaboran el vasófono de diversos materiales, exploran e intentan construir una explicación sobre su funcionamiento, el cual llamamos teléfono casero o vasófono y se describe en los anexos.

En el momento tres, *encuentro con las ideas*, se les propone a los estudiantes caracterizar las diferencias entre ruido y sonido, así como una preocupación emergente durante las fases anteriores: el sonido se transmite o se transporta. Con el propósito de caracterizar las ideas de los estudiantes sobre el sonido, utilizamos los registros etnográficos realizados por el profesor sobre lo que aconteció en su aula y el material elaborado por los estudiantes.

Seis categorías fueron seleccionadas; las tres primeras corresponden a los niveles de organización que los estudiantes utilizan para describir el sonido: evidencia y consciencia de lo cotidiano en relación con lo sonoro (primer nivel de organización); reconocimiento y emergencia del sonido (segundo nivel de organización); las ideas asociadas que las estudiantes dan sobre el sonido (tercer nivel de organización). Las siguientes tres categorías: fuente-medio, medio-receptor y fuente-medio-receptor, corresponden a las relaciones establecidas entre quien emite el sonido y cómo se propaga. Su ontología y propagación, íntimamente correlacionadas y fundamentales para poder hablar de su emergencia. En la Tabla 1 se realiza un resumen del sistema de categorías.

La codificación se llevó a cabo siguiendo el método de análisis de contenido. Es decir, la información presente en cada instrumento después de sucesivas lecturas, se dividió en distintas unidades de información (UI) que posteriormente fueron asignadas a cada categoría. El criterio de selección de cada UI fue el tema que albergaba y no su composición lingüística. A continuación presentaremos los resultados siguiendo cada una de las categorías.

Tabla 1. Categorías utilizadas en este estudio y su descripción

Categoría	Subcategoría	Descripción
Niveles de organización de lo sonoro	<i>Evidencia y consciencia de lo cotidiano en relación con lo sonoro</i>	Se recogen los principales elementos frente a los cuales se ha organizado la experiencia sobre el sonido desde lo cotidiano.
	<i>Reconocimiento y emergencia del sonido</i>	Pone de manifiesto las características del sonido y las causas del poder hacer distinciones entre sonidos
	<i>Representación del Sonido</i>	Formas de representar el sonido
Ontología, relación fuente, medio y receptor	<i>Fuente-receptor</i>	Los estudiantes constituyen sus explicaciones centrando la mirada en lo que le sucede a la fuente y lo que percibe el receptor, desde allí es importante realizar caracterizaciones de la fuente. El medio aparece como conector entre estos dos elementos, con condiciones asignables. Por lo general la noción de sonido en cuanto a su ser se da en términos de sustancia.
	<i>Medio-receptor,</i>	El medio deja de ser el conductor y se devela como elemento posibilitador en la transmisión del sonido, cambios locales e interfaces entre medios que generan diferencias de sonidos.
	<i>Fuente-medio-receptor</i>	Las explicaciones se constituyen teniendo como base la permanencia de estos tres elementos, no es posible concebir al sonido sin la existencia de estos elementos. En este campo tanto sonido como sustancia o como vibración, son posibles de mantener.

Resultados

Primer nivel de organización: evidencia y consciencia de lo cotidiano

Las primeras discusiones llevadas a cabo por los estudiantes sobre el sonido estuvieron organizadas en tres campos diferenciados, aunque estrechamente relacionados: la idea de sonido, idea de oír y la interpretación que se tiene sobre el oír. Destacamos cuatro ideas presentes en relación con el sonido: a) el sonido como sensación es posible en tanto se capta, oye, escucha y percibe; b) se habla del sonido sin decirse qué es; c) los sonidos son código y/o símbolos identificados gracias a la relación oído-cerebro, siendo el oír la acción que permite relacionar la fuente sonora con la imagen que representa; y d) se distingue al sonido como una vibración, que en sí misma no es caracterizada.

Los estudiantes que consideran la idea a), asumen el oír como un proceso, centrado en el oído. Quienes consideran la idea b) exponen que la recepción de los sonidos depende del sistema auditivo (periférico y central). Para aquellos que defienden la idea c) oír es una relación fuente-imagen y es posible por la interpretación oído-cerebro-medio.

Finalmente, los que asumen la idea d), que optan por describir el sonido como vibración, indican que las vibraciones que lo producen son diferentes unas de otras dependiendo de tres factores, el objeto o persona que emite el sonido, o lo que lo produce, la intensidad de la vibración (relacionando la vibración a lo duro o suave del sonido) y la amplitud de la vibración (en tanto se describe que la vibración puede ser más larga o más corta). Tanto el oído como la relación oído-cerebro son utilizadas para describir el origen del sonido.

Segundo nivel de organización: reconocimiento y emergencia del sonido

Este segundo nivel de organización corresponde a los estudiantes que pasan de describir las situaciones que se les presenta e intentan dotar de características y elementos al sonido, en función de construir una explicación posible como evento emergente dentro de la descripción del mundo físico. La emergencia del evento es posible si son consideradas múltiples relaciones entre tres elementos, el medio, el sujeto y la fuente sonora. Esta caracterización les permite a los estudiantes establecer las primeras magnitudes desde las cuales se puede distinguir y diferenciar cualquier sonido.

El primer grupo de estudiantes describen que el sonido se puede distinguir en tanto la forma de la fuente y la intensidad de emisión de la fuente,

El sonido tiene un proceso que ocurre en pocos segundos en el que se concentra en la parte delgada (angosta) para luego ser proyectado con mayor espacio. Es decir que el volumen del espacio en que esté concentrado el sonido hace que el volumen cambie [Grupo 1].

El sonido se mantiene “claro” debido a que las ondas no se dispersan tanto como para que el sonido se pierda en el recorrido [Grupo 2].

El segundo grupo de estudiantes vincula las características del medio (densidad, elasticidad, esfuerzo) como las responsables de la disipación de sonido. Considera que el sonido es transmitido a través de la vibración a través de un espacio confinado:

En el caso que haya una interferencia, es decir que alguien o algo toque el hilo, se romperá la comunicación ya que las vibraciones se dirigirán al nuevo cuerpo [Grupo 1 y 5].

No se escucha pues el tubo no está conectado al vaso por un hueco, solo está pegado con silicona, entonces el sonido no traspasa el vaso [Grupo 2 y 7].

Como sabemos, la voz emite ondas o vibraciones que pueden ser transmitidas mediante el hilo en el TELEFOVASO (vasófono). Al estar el hilo más templado estas vibraciones se transmiten más fácil, pues un hilo templado está más propenso a vibrar y así transportar el sonido [Grupo 3].

Dentro del este grupo se sitúan además los estudiantes que consideran la distancia recorrida como variable a considerar:

El sonido es mucho más claro debido a que el cordón es más corto y el vaso mantiene concentrado el sonido debido a su material [Grupo 6].

El tercer grupo involucra la impenetrabilidad del sonido en distintos medios como causa de su diferenciación:

Las ondas de Sonido no son lo suficientemente fuertes para traspasar un material rígido y con materiales reales y fabricados [Grupo 4].

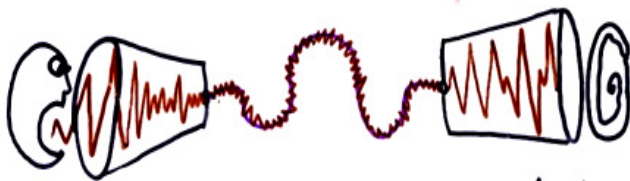
Tercer nivel de organización: representación del sonido

Dada la información presente en los libros de texto y las máscaras de los reproductores de música, las representaciones que los estudiantes mantienen en términos vibratorios y ondulatorios se entremezclan. Cuando el estudiante no es capaz de visualizar la vibración o dar cuenta de la onda se recurre a ciertas analogías, como las olas del mar.

La mayoría de los estudiantes representan al sonido como una onda periódica no armónica, tal como se muestra en la Figura 1, cuya amplitud se confina a los objetos que posibilita que un sonido sea

“transportado” de un lugar a otro. De forma particular algunos estudiantes equiparan la onda con la vibración y se establece una relación causal entre transmitir y propagar. Sin embargo, en el transporte, timbre e intensidad permanecen invariantes.

Figura 1. Representación del sonido como onda periódica no armónica.



Fuente: elaboración propia.

El segundo grupo de estudiantes representan el frente de onda y mantienen la idea de adaptabilidad y conservación del sonido transportado. Un ejemplo de la representación realizada por este grupo de estudiantes se presenta en la Figura 2. La mirada sobre el sonido se centra además en la fuente y el receptor y se asume que el sistema por el cual el sonido es transportado no interactúa con otros sistemas. Un grupo considerable de estudiantes solo realizan trazos de la dirección de propagación sin profundizar en las representaciones sobre el sonido.

Figura 2. Representación del sonido como frente de onda.

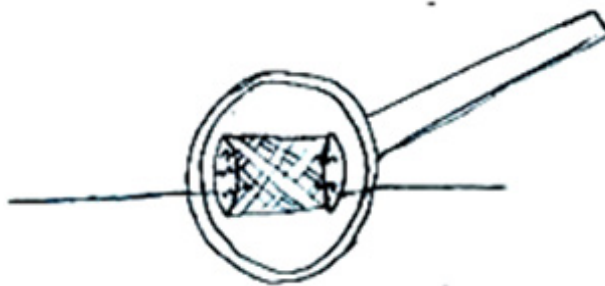


Fuente: elaboración propia.

Solo un grupo realiza un zoom en el medio de propagación del ejemplo propuesto de los vasos comunicantes, y representa las vibraciones de los

distintos hilos que conforman la cuerda que une los dos vasos como se muestra en la Figura 3. Su mirada se centra en la descripción de las fuentes del sonido y los medios que permiten su propagación, es por ello que surge la necesidad de caracterizar el medio. Los estudiantes de este grupo consideran que el sonido es la suma de acciones contiguas (vibración) entre las partes de este medio, idea que es altamente coherente con la representación realizada.

Figura 3. Representación del sonido como vibraciones contiguas.



Fuente: elaboración propia.

Relaciones fuente-medio-receptor

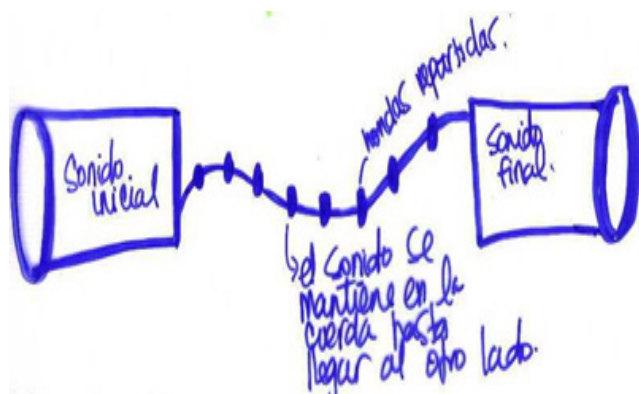
Este otro nivel de análisis de la experiencia se realizó a partir de las categorías que vinculan las relaciones, fuente-receptor, medio-receptor, fuente-medio-receptor. Con este propósito se presenta de manera conjunta el análisis de cada actividad y las reflexiones que surgen.

La primera relación que se trae a colación es **fuen-te-receptor**. En dicha relación, características como concentrar y transmitir evidencian los elementos desde los cuales los estudiantes hablan del sonido. Por ejemplo, en el ejercicio de colocar las manos alrededor de la boca en forma de cono para llamar a alguien en un campo abierto comentan: “al poner las manos alrededor de la boca se logra concentrar el sonido en una misma dirección”. Aquí el actuar sobre la fuente nos garantiza la llegada del sonido al receptor.

En esta relación, el medio es considerado un conector entre fuente-receptor, por el cual es posible que la señal llegue de un extremo al otro, situación que representan como en la Figura 4:

Todo comienza con la vibración de las cuerdas vocales que producen la voz, que por medio de la cavidad bucal se pueden transmitir. Estas vibraciones gracias a que los vasos que sirven de “catalizador” de las vibraciones, se pasan a través del hilo para salir por el otro vaso como sonido.

Figura 4. El medio es considerado como un conector entre la fuente y el receptor.

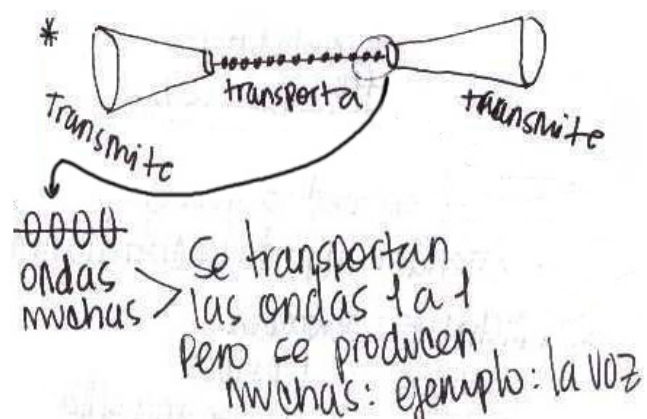


Fuente: elaboración propia.

Es esta medida, al medio hay que atribuirle una serie de condiciones que posibiliten la transmisión del sonido, por ejemplo la densidad: “nos pudimos dar cuenta que cuando se usa una cuerda más delgada, como un hilo, las vibraciones se transmiten con más intensidad”, la isotropía, “en principio cuando se templó el hilo con el nudo en la mitad, el sonido de la voz alcanzó a llegar de un lado a otro. Es decir que las ondas del sonido necesitan un conducto uniforme y recto para que puedan llegar al otro vaso en este vaso”, y la tensión, “al no estar templado el hilo tampoco se podía oír ya que las vibraciones no podían pasar porque solo una cuerda templada vibra o por lo menos es mucho más fácil que vibre”.

La segunda relación **medio-receptor**, es caracterizada por el transporte, dispersión, propagación e interrupción. Por ejemplo “también notamos que cuando se ponía el dedo o la mano en el hilo, era imposible oír ya que el dedo era un impedimento para que las vibraciones pudieran pasar al otro vaso”, donde el problema a solucionar y caracterizar se encuentra en las interfaces de un medio a otro, en el que condiciones locales del medio posibilitan hablar de sonido. En algunos casos, como el que se muestra en la Figura 5, se realizan intentos por describir lo que sucede con el sonido al pasar del hilo al vaso plástico.

Figura 5. Descripción del sonido al cambiar de medio.



Fuente: elaboración propia.

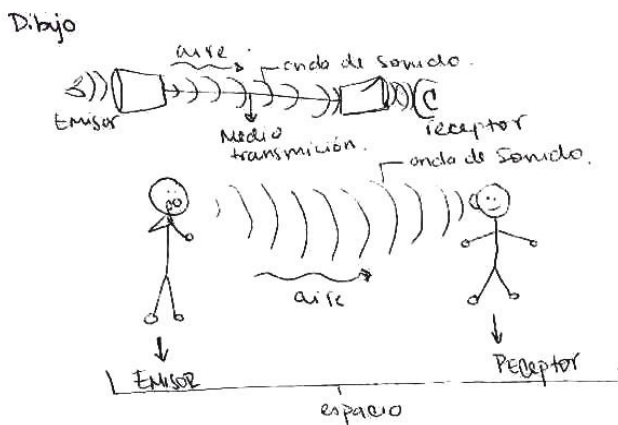
Para este caso, en la Figura 4, “las ondas de sonido” representadas con aros simbolizando la conservación de las cualidades sonoras, como claridad del sonido y su volumen “producidas por las vibraciones”. Estas vibraciones son transmitidas por medio del hilo, cuando llegan al vaso se concentran y posteriormente se proyectan a modo de vibración, lo que hace expresamente necesario tener el vaso para oír, ya que “si solo se tiene el hilo templado y se habla por uno de los extremos, el otro no percibe cosa alguna”.

Entre las condiciones asignables al medio se encuentran, de nuevo, diferencias de presión/tensión

de manera local a diferencia de la relación anterior donde aquella era vista en términos de cambio del material conector, “esta característica de que el sonido se transmita por el aire de una manera agrandada, depende de la presión y el lugar donde se encuentre”, y la densidad, “y entonces notó que su experimento había fallado ya que el hilo estaba mojado y en clase nunca le pusieron una situación parecida”. En general si se alteran las propiedades del medio las vibraciones cambian, y por lo tanto puede que no se escuche nada.

Por último, la relación **fuentes-medio-receptor**, que evidencia en el tipo de dibujos que realizan los estudiantes en función de generar explicaciones que permitan realizar aproximaciones sobre lo que acontece en el “teléfono casero”, en donde se les sugiere vinculen los elementos que consideren necesarios en sus explicaciones. La Figura 6 muestra aquellas en donde se hace necesario mantener la fuente, que en este caso es el sujeto, el hilo y el receptor. La no existencia de alguno de estos elementos no posibilitaría dar cuenta del sonido. Este grupo de estudiantes en algunas ocasiones consideran que el medio no se limita únicamente al vasófono e hilo, sino también, vincula el medio circundante como parte fundamental de la relación con el oír.

Figura 6. Interacción entre medios que transportan o no el sonido y elementos necesarios para la propagación del sonido.



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones y discusión

Las reflexiones sobre la vivencia investigativa se centran en dos campos. El primero de ellos aporta elementos a la continuación en la búsqueda sobre la comprensión y constitución del fenómeno sonoro; y el segundo vincula elementos relacionados con su enseñanza, específicamente sobre el reconocimiento de las ideas y conceptos que los estudiantes vinculan con el sonido.

Frente al segundo campo, este trabajo permitió un encuentro en el aula donde sus actores se involucraron de forma activa y propositiva en las actividades sugeridas. El preguntar, observar, explicar y el inicio en el reconocer modelos presentes frente a la organización, que sobre lo sonoro se tiene, hacen posible que la vivencia con lo sonoro recobre sentido para los estudiantes y se convierta en un problema a estudiar, a diferencia de las propuestas de aula consultadas, donde la importancia se centra en validar y aproximar a los estudiantes a un modelo particular vibración-ondas, donde la matemática es vista como herramienta.

La incursión en el aula, mediante la metodología propuesta, aporta también al sentido que cobra para las estudiantes el maestro y la relación maestro-estudiante, el apropiarse y ser parte de la configuración de objetos de estudio en física, donde es posible dar cuenta de la visión de mundo que se tiene; asimismo, evidencia cómo la inclusión de nuevas experiencias, lenguajes y conocimientos permiten recontextualizar el problema de estudio, vinculando el trabajo individual y colectivo (Árca *et al.*, 1990).

Además este tipo de trabajo exige un continuo acompañamiento entre estudiantes, estudiante y maestro, y una permanente reflexión sobre el hacer, decir y actuar, en este caso particular plasmada en los textos elaborados durante el transcurso de la experiencia, que posibilita ver al aula como un espacio de encuentro.

Frente al primer campo, se realiza una posible entrada para la configuración de fenómenos sonoros, donde la historia nos permitió acercarnos al contexto problemático, el cual fue necesario para identificar las razones de ser de los entes o explicaciones creadas, y cómo ellas solucionan las problemáticas que históricamente se plantean frente a la validación del modelo presente en la descripción de sonido, y sobre la cuál falta aún un gran camino por recorrer, sobre todo en la caracterización del estado de vibración.

No obstante, el tratamiento y el reflexionar sobre las nociones fundamentales, como tono, timbre, intensidad, medio continuo, onda, vibración, a veces no se usa como estrategia pedagógica dentro de las dinámicas de clase, ignorando todo el potencial que estas tienen, ya que acercan al estudiante a identificar que toda construcción se deriva de nociones que, aunque no son simples, son cotidianas. Finalmente, con una presentación pertinente es posible ver todo el fluir en los procesos de matematización de una forma natural, acompañadas por el desarrollo conceptual que le da riqueza y profundidad a la simbología utilizada, paso a seguir y continuación de este trabajo.

Agradecimientos

Lina Viviana Melo Niño agradece a la Universidad Pedagógica Nacional la concesión de beca para la realización de estudios de posgrado, y a la AUIP por la concesión de la beca para la realización de estudios de Máster en formación del profesorado de secundaria en la Universidad de Extremadura.

Referencias

Árca, M., Guidoni, P. y Mazzoli, P. (1990). **Enseñar ciencia. Cómo empezar: Reflexiones para una educación científica de base**. Barcelona: Ediciones Paidós.

Feynman, R., Leighton, R. y Sand, M. (1998). **Física-Volumen I - Mecánica, Radiación y Calor**. México: Addison Wesley Longman.

Helmholtz, H. (1954 [1885]). **On the Sensations of Tone**. New York: Dover Publications.

Hrepic, Z., Zollman, D. y Rebello, S. (2010). Identifying students' mental models of sound propagation: the role of conceptual blending in understanding conceptual change. **Physical Review Special Topic-Physics Education Research**, 6, 020114.

Hernández, M., Couso, D. y Pintó, R. (2012). The Analysis of Students' Conceptions as a Support for Designing a Teaching/Learning Sequence on the Acoustic Properties of Materials. **Journal of Science Education and Technology**, 21, 702-712.

Hernández, M., Couso, D. y Pintó, R. (2014). Analyzing Students' Learning Progressions Throughout a Teaching Sequence on Acoustic Properties of Materials with a Model-Based Inquiry Approach. **Journal of Science Education and Technology**, 24, (2-3), 356-377.

Perales, J. (1997). Escuchando el Sonido: Concepciones sobre la acústica en alumnos de distintos niveles educativos. **Enseñanza de las Ciencias**, 15(2), 233-247.

Rayleigh, J. (1954 [1894]) **The theory of Sound. Dover Publications**. Volumen I. New York: Dover Publication.

Saura, O. y De Pro, A. (1999). ¿Utilizan los alumnos esquemas conceptuales en la interpretación del sonido? **Enseñanza de las Ciencias**, 17(2), 193-210.



Anexos



Vasófono





Incluye

- Guía de actividades
- ¿Cómo construir un "teléfono"?
- Bibliografía
- Gráficas

¿Son los sonidos oídos?

Este pequeño fragmento es tomado del libro Alicia en el país de las Maravillas de Lewis Carroll en el cual se comentan algunas situaciones que vinculan "el oír y los sonidos"

"Siguió un largo silencio, y Alicia sólo pudo oír breves cuchicheos de vez en cuando, como « ¡Seguro que esto no me gusta nada, señor, lo que se dice nada!» y « ¡Haz de una vez lo que te digo, cobardelo!» Por último, Alicia volvió a abrir la mano y a moverla en el aire como si quisiera atrapar algo. Esta vez hubo dos grititos entrecortados y más ruido de cristales rotos. « ¡Cuántos invernaderos de cristal debe de haber ahí abajo!», pensó Alicia. « ¡Me pregunto qué harán ahora! Si se trata de sacarme por la ventana, ojalá pudieran lograrlo. No tengo ningunas ganas de seguir mucho rato encerrada aquí dentro.» Esperó unos minutos sin oír nada más. Por fin escuchó el rechinar de las ruedas de una carretilla y el sonido de muchas voces que hablaban todas a la vez. Pudo entender algunas palabras: « ¿Dónde está la otra escalera?... A mí sólo me dijeron que trajera una; la otra la tendrá Bill... ¡Bill! ¡Trae la escalera aquí, muchacho!... Aquí, ponérlas en esta esquina... No, primero átalas la una a la otra... Así no llegarán ni a la mitad... Claro que llegarán, no seas pesado... ¡Ven aquí, Bill, agárrate a esta cuerda!» " (CARROL, L. Alicia en el país de las maravillas. Pág 26)

Aunque vivimos rodeados todos los días de pitos de carros, ipods, televisores, diversas conversaciones en casa o el colegio, el ladrido, cantar, maullido de nuestra mascota, entre otro, el oír y lo referente a lo sonoro o mejor a sonidos particulares parece ser obvio, lo cual ha hecho que sobre su organización poco nos preguntemos, aunque realizamos algunas distinciones entre sonidos y las fuentes que los producen. Inicia aquí, por medio de esta guía, tu propia aventura e indaga si los sonidos que considerar haber oído son en verdad oídos.





En el Interior:

Sigue los pasos que te plantea la guía y crea tus propias explicaciones.
Toda una Aventura te espera

Paso 1:
 Observa, Realiza o
 Construye algunos montajes

Paso 2:
 Elabora tus propias
 explicaciones

Paso 3:
 Comparte y pon a
 Prueba tus ideas

Paso 4:
 Reporta tus resultados






PASO 1

Observa, Construye o Realiza algunas Actividades

Una vivencia con el Sonido



Un teléfono Casero

¿Qué Necesitas?

1. Seis tarros de conservas vacíos (atún, leche en polvo, u otro) o latas de gaseosa sin tapa limpios, vasos de icopor, plástico, vidrio, de diferentes diámetros, longitud y formas.
2. Una bolsa plástica o 5 bombas elásticas
3. Seis a diez metros de hilo fino y grueso del mismo material, lana, cable, manguera de 1 y 3 cm. Barra de hierro, 2 palos de balsa, nylon de diferentes grosores, alambre, hilo de cobre, clips, cuerdas de guitarra.
4. Una aguja, una puntilla
5. Abrelatas, bisturí, tijeras
6. cinta adhesiva, silicona, cauchos o elásticos
7. aceite de cocina, sal, agua,
8. Aserrín, talco, y un recipiente plástico transparente



¿Qué vas a hacer?

1. Saca el fondo (y la tapa si aún la tienen) a los tarros con el abrelatas.
2. Corta el plástico y tapa con él uno de los fondos abiertos de la lata, formando una membrana. Debe quedar bien estirado. Sujétalo con cinta adhesiva, pita o el elástico (caucho).
3. Une los dos tarros, pasando el hilo a través del plástico, desde adentro de uno de los tarros y por afuera del otro. Una vez unidos, haz un nudo a cada extremo del hilo, si deseas puedes colocar allí un clip.
4. Ya tienes listo tu propio teléfono. Si quieres comunicarte con un amigo o amiga, tomen cada uno un tarro. Dile a tu amigo que hable adentro de su tarro o coloqué cualquier objeto sonoro, mientras tú pones tu oreja dentro del tuyo, e intercambien los papeles cuantas veces deseen.
5. Repite este procedimiento (del paso 1 al 4) con los tarros de otro material o sólo unelos con pitas uno al otro sin realizar el procedimiento de la membrana. Puedes utilizar para conectar los dos tarros o vasos no solo hilo, puedes hacer uso de los otros materiales que se sugieren en la lista como el hilo de cobre, o el palo de madera, la lana, las mangueras solas o dentro de ellas puedes verter cualquier líquido o hacer combinaciones entre ellos, puedes variar la longitud de la cuerda o del material que utilices en cuanto lo desees.
8. Conecta al teléfono que acabas de hacer, otro de los vasos, y arma tu propia teleconferencia.
7. Busca las combinaciones y acciones posibles que hacen que al hablar por el extremo de uno de los tarros tu compañero te escuche perfectamente.

Paso 2

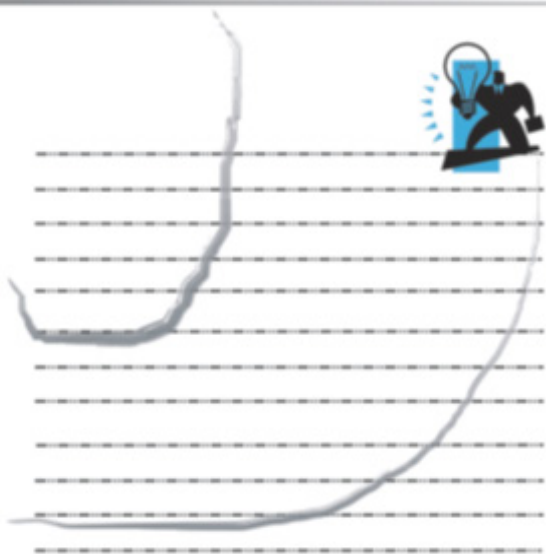
Elabora tus Propias Explicaciones



Y Colorín colorado ¿Será que la magia se ha acabado?

En este recorrido de tu vivencia con el sonido has realizado diferentes experiencias y has descrito situación muy particulares

Con toda esta experiencia, construye una explicación, o plantea algunas predicciones que puedan dar cuenta de todo lo que has observado hasta el momento.



El rincón de las preguntas

A continuación te presentamos un pequeño banco de preguntas las cuales pueden orientar tu trabajo hacia la construcción de la(s) explicación(nes), predicciones o hipótesis, que planteas sobre las diversas situaciones que has realizado a través de la guía.

- ¿Qué hace posible que puedas oír la voz de tu compañero a pesar de las largas distancias por el vasófono?
- ¿Qué diferencias encuentras al emplear los diferentes materiales sugeridos?, ¿Qué papel juegan los elementos vinculados en la experiencia con lo oído?
- ¿Cuáles son las condiciones que hacen posible el oír a tu compañero?

Anímate, si te han surgido otras preguntas diferentes a las que están aquí, sobre lo que has visto, regístralas ahora.



Paso 3

Comparte y Pon a Prueba tus ideas

Por medio del siguiente cuadro, organiza los elementos encontrados

<p>Coloca tu propio título</p> <hr/>	
<p>Plantea el objetivo de la experiencia</p>	
<p>Describe los elementos, condiciones que hacen posible establecer una conversación a través de los vasos y el hilo</p>	<p>¿Qué no esperabas que sucediera?</p>
<p>Plantea las discusiones del grupo, y la explicación a la que llegaron sobre lo que sucede con el teléfono construido</p>	